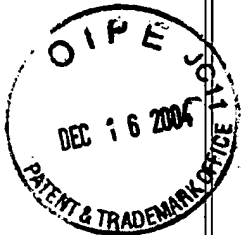


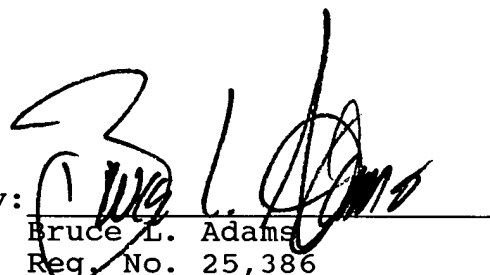
Early and favorable action are respectfully
requested.



Respectfully submitted,

ADAMS & WILKS
Attorneys for Applicant

By:


Bruce L. Adams
Reg. No. 25,386


50 Broadway - 31st Floor
New York, NY 10004
(212) 809-3700

MAILING CERTIFICATE

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first-class mail in an envelope addressed to: MS RCE, COMMISSIONER FOR PATENTS, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on the date indicated below.

Debra Buonincontri

Name



Signature

December 13, 2004

Date

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
in this Office.

出願年月日 2001年 2月 8日
Date of Application:

願番号 特願2001-032261
Application Number:

[T. 10/C]: [JP2001-032261]

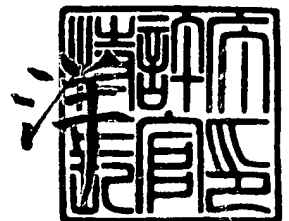
願人 セイコーインスツル株式会社
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2004年12月 7日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 01000043
【提出日】 平成13年 2月 8日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 33/00
【発明者】
【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1丁目 8番地 セイコーインス
ツルメンツ株式会社内
【氏名】 須藤 稔
【特許出願人】
【識別番号】 000002325
【氏名又は名称】 セイコーインスツルメンツ株式会社
【代表者】 服部 純一
【代理人】
【識別番号】 100096286
【弁理士】
【氏名又は名称】 林 敬之助
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 008246
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9003012
【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 LED駆動回路

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 2 個以上の LED (Light Emitting Diode) を定電流で駆動する機能を有する集積化された LED 駆動回路において、少なくともいずれか 1 個の LED をある一定間隔で周期的に点滅する手段を具備することを特徴とする LED 駆動回路。

【請求項 2】 LED の点滅周期が 5Hz 以上の周波数である請求項 1 記載の LED 駆動回路。

【請求項 3】 LED を駆動する定電流の値が 5mA ~ 30mA である請求項 1 記載の LED 駆動回路。

【請求項 4】 LED の点滅周期または時間を外部信号によって制御可能な請求項 1 記載の LED 駆動回路。

【請求項 5】 点滅させる LED を外部信号によって選択可能な請求項 1 記載の LED 駆動回路。

【請求項 6】 LED を駆動する定電流の値を外部信号によって選択可能な請求項 1 記載の LED 駆動回路。

【請求項 7】 LED を駆動する定電流の値が温度で調整可能な請求項 1 記載の LED 駆動回路。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

この発明は、LED を周期的に点滅させることで、LED によって消費される電力を低減させることが可能な、LED 駆動回路に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来の LED の駆動回路としては、図 8 の回路図に示されるような LED の駆動回路が知られていた。即ち、電源端子 10 には電源電圧 VDD [V] が接続され、定電流発生回路 15 は、基準電圧 11 の出力電圧 Vref [V] と抵抗 13 の電圧 Va [V] の差電圧

を誤差増幅器 12 が増幅して、 $V_{ref}-V_a=0$ となるようにトランジスタ 14 のゲート電圧 V_{err} を制御する。

【0003】

ここでは、出力端子 1 と 2 の 2 つの端子に、それぞれ LED 19 と LED 20 が接続されている。

【0004】

抵抗 13 の抵抗値を $R13[\Omega]$ とすれば、抵抗 $R13$ には電流 $I=V_a/R13[A]$ が流れる。抵抗 $R13$ と同じ電流がトランジスタ 14 及び 16 にも流れる。カレント・ミラー回路 21 によって、トランジスタ 16 ～ 17 が全て同じ特性であれば、トランジスタ 16 と同じ電流がトランジスタ 17、18 にも流れ LED 19、20 を点燈させる。

【0005】

すなわち、LED 19、20 を流れる電流 I_{out1} 、 I_{out2} は、(1) 式で与えられる。

【0006】

【式 1】

$$I_{out1} = I_{out2} = \frac{V_a}{R13} [A] \dots (1)$$

【0007】

よって、LED 19、20 に流す電流値は、抵抗 13 の値もしくは、基準電圧 11 の出力電圧値を調整することで所望の電流値に設定することができる。

【0008】

図 8 の LED 駆動回路の消費電力 P_d は、基準電圧回路 11 や、誤差増幅回路 12 の消費電力が LED によって消費される電力に比べて無視できるくらい小さいとすると、(2) 式で与えられる。

【0009】

【式 2】

$$P_d = V_{DD} \times \frac{V_a}{R13} \times 3[W] \dots (2)$$

【 0 0 1 0 】**【発明が解決しようとする課題】**

しかし、従来のLED駆動回路では、消費電力を下げるには、LEDの電流値を下げる必要があり、その場合LEDの輝度が低下するという問題点があった。

【 0 0 1 1 】

そこで、この発明の目的は従来のこのような問題点を解決するために、LEDの視覚上の輝度を従来と同一に保ったまま、LED駆動回路の消費電力を下げることを目的としている。

【 0 0 1 2 】**【課題解決の手段】**

上記問題点を解決するために、この発明ではLEDの点燈を常時点燈から時分割で点燈させて、LED駆動回路の消費電力を下げた。

【 0 0 1 3 】**【発明の実施の形態】**

この発明では、定電流回路と、前記定電流回路の出力に接続されたカレントミラー回路と、前記カレントミラー回路の出力に接続された複数のスイッチと、前記複数のスイッチのそれぞれ接続されたLEDと、前記複数のスイッチを周期的にかつ互いに排他的に制御する制御回路からなるLED駆動回路。

【 0 0 1 4 】

本発明では、複数のLEDを一定周期でかつ、互いに排他的に定電流駆動するLEDの駆動方法を用いた。この方法により、複数のLED駆動回路の消費電力を低減することができる。

【 0 0 1 5 】**【実施例】****（実施例 1）**

以下に、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図 1 は本発明の第 1 の実施例を示すLED駆動回路である。定電流発生回路 1 5、カレントミラー回路 2 1 とLED 1 9、2 0 は従来と同様である。

【 0 0 1 6 】

カレントミラー回路のトランジスタ17、18とLEDを接続する端子1、2の間にスイッチ4、5が挿入され、前記スイッチ4、5はスイッチ制御回路3からの信号電圧V1、V2によってON/OFF制御される。

【0017】

スイッチ制御回路3からの信号電圧V1、V2の例を図2に示す。横軸時間、縦軸はV1とV2の電圧を示す。図2の場合、V1とV2の電圧は相補的に変化し、V1が高い電圧（以後Hと記述する）のときはV2は低い電圧（以後Lと記述する）となる。V1およびV2がHの時に、スイッチ4及び5がONするとすれば、LED19、20は交互に点滅を繰り返すことになる。

【0018】

この時、図1のLED駆動回路の消費電力Pdは、基準電圧回路11や、誤差増幅回路12の消費電力及びスイッチ制御回路3の消費電力がLEDによって消費される電力に比べて無視できるくらい小さいとすると、(3)式で与えられる。

【0019】

【式3】

$$Pd = VDD \times \frac{Va}{R13} \times (1 + 2 \times \frac{1}{2}) [W] \dots (3)$$

【0020】

LEDへ電流を流す時間は、従来に比較して1/2となるので、消費電力を従来の2/3に抑えることが可能である（LED部のみであれば、従来に比べ消費電力は1/2となる）。

【0021】

例えば、液晶パネルのバックライトとしてLEDを点燈させた場合、従来は常時点燈であるが、本実施例のようにLEDを時分割で点燈させることにより消費電力を抑え、かつ表示は残像効果により従来と差し支えない状態で使用可能である。

【0022】

図2では、LED19とLED20を交互に点滅させているが、LED19とLED20が同時に店頭の時間を設けても同時に消灯の時間を設けても良い。LED19またはL

ED 20 に消灯する期間があれば、その分、従来に比較して消費電力を低減する事が可能である。

【0023】

LED を時分割で点灯させる時の周期として、液晶パネルのバックライトとして LED を点灯させる場合、視覚上ちらつきにならない周波数で LED を時分割で点灯させる必要がある。その為には、LED を 5 Hz 以上の周波数で時分割して点灯させる必要がある。上限値としては、5 MHz 程度が考えられる。

【0024】

また、液晶のバックライトとしては、白色 LED が用いられる場合があるが、LED の発光効率上 LED には 5mA～30mA 程度の電流を流す必要がある。時分割で LED を点灯させた場合、通常の連続通電の定格電流よりも多くの電流を瞬間的に流すことが可能なため輝度を向上させることも可能である。

（実施例 2）

図 3 は本発明の第 2 の実施例を示す LED 駆動回路である。定電流発生回路 15、カレントミラー回路 21 と LED 19、20 は従来と同様である。カレントミラー回路のトランジスタ 17、18 と LED を接続する端子 1、2 の間にスイッチ 4、5 が挿入され、前記スイッチ 4、5 はスイッチ制御回路 6 からの信号電圧 V1、V2 によって ON/OFF 制御される。スイッチ制御回路 6 には、外部からの制御端子 7 が接続されており、制御端子 7 の信号 V7 によって、V1、V2 の周期または、点灯時間を制御する。

【0025】

図 4 に周期を変化させる例を示す。図 4（a）に制御端子 7 の電圧 V7 が低い時を、（b）に制御端子 7 の電圧 V7 が高い時をそれぞれ示す。制御端子 7 の電圧 V7 によって、スイッチ制御回路 6 の内部の発振回路の周波数を変化させる。制御端子 7 の電圧 V7 が低い時はスイッチ制御回路 6 の内部の発振回路の周波数が下がり、LED の点滅周期が長くなり、逆に制御端子 7 の電圧 V7 が高いときは、LED の点滅周期が短くなる。

【0026】

実施例 2 では LED の点滅の周期を、液晶パネルの大きさや特性に合わせて調整

することが可能となる。

【0027】

また、図3において制御端子7の信号によって、LEDの点滅時間を制御する例を図5に示す。図5（a）に制御端子7の電圧V7が低い時を、（b）に制御端子7の電圧V7が高い時をそれぞれ示す。制御端子7の電圧V7が低い時はスイッチ制御回路6の内部の単安定マルチバイブレータの時間を制御することで、LED19と20の点灯時間の割合は50%-50%で同じだが、制御端子7の電圧V7の電圧が高いときはLED19の点灯時間を短くし、LED20の点灯時間を長くする。

【0028】

実施例2ではLEDの点滅の時間割合を、液晶パネルの大きさや特性に合わせて調整することが可能となる。

【0029】

さらに、図3において制御端子7の信号によって、点滅制御させるLEDを選択する例を図6に示す。図6（a）に制御端子7の電圧V7が低い時を、（b）に制御端子7の電圧V7が高い時をそれぞれ示す。制御端子7の電圧V7が低い時はLED19を常時点灯させ、LED20を点滅制御するが、制御端子7の電圧V7が高い時はLED20を常時点灯させ、LED19を点滅制御する。

【0030】

実施例2ではLEDの点滅の方法を制御することで、液晶パネルに合わせて、かつ、温度や表示速度に合わせて低消費電力のバックライト用のLEDの駆動が可能となる。

（実施例3）

図7は本発明の第3の実施例を示すLED駆動回路である。図1との違いは、定電流発生回路15の抵抗13が可変抵抗30になっている点である。可変抵抗30は外部端子31からの信号電圧によって、変化する。可変抵抗30の値が変化する事でLED19、LED20に流れる電流値を変化させることができるのは（1）式より明白である。

【0031】

図7では、外部信号によって可変抵抗30の値を変化させているが、基準電圧

回路 11 の出力電圧値 $V_{ref}[V]$ の値を変化させても LED 19、LED 20 に流れる電流値を変化させることができるのは (1) 式より明白である。

【0032】

また、図 7 において可変抵抗 30 の値を外部端子 31 からの信号で制御せずに、LED 駆動回路内に温度センサを集積化し、前記温度センサの出力によって可変抵抗 30 の値を制御すれば、温度によって変化する液晶の特性に合わせて、LED に流す電流値を調整することができる。

【0033】

以上、制御する LED を 2 個として実施例を述べたが、3 個以上でも同様に、かつ、さらに複雑に LED の駆動方法を制御できることは明白である。また、スイッチ 4 及び 5 は簡単にスイッチの役目をするトランジスタに置き換えることが可能である。

【0034】

【発明の効果】

本発明の LED 駆動回路では、液晶の特性に合わせて最適な点燈をさせることで、LED 駆動時の消費電力を低減できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施例の LED 駆動回路の説明図である。

【図 2】

本発明の第 1 の実施例のスイッチ駆動電圧の説明図である。

【図 3】

本発明の第 2 の実施例の LED 駆動回路の説明図である。

【図 4】

本発明の第 2 の実施例のスイッチ駆動電圧の一例の説明図である。

【図 5】

本発明の第 2 の実施例のスイッチ駆動電圧の一例の説明図である。

【図 6】

本発明の第 2 の実施例のスイッチ駆動電圧の一例の説明図である。

【図 7】

本発明の第3の実施例のLED駆動回路の説明図である。

【図 8】

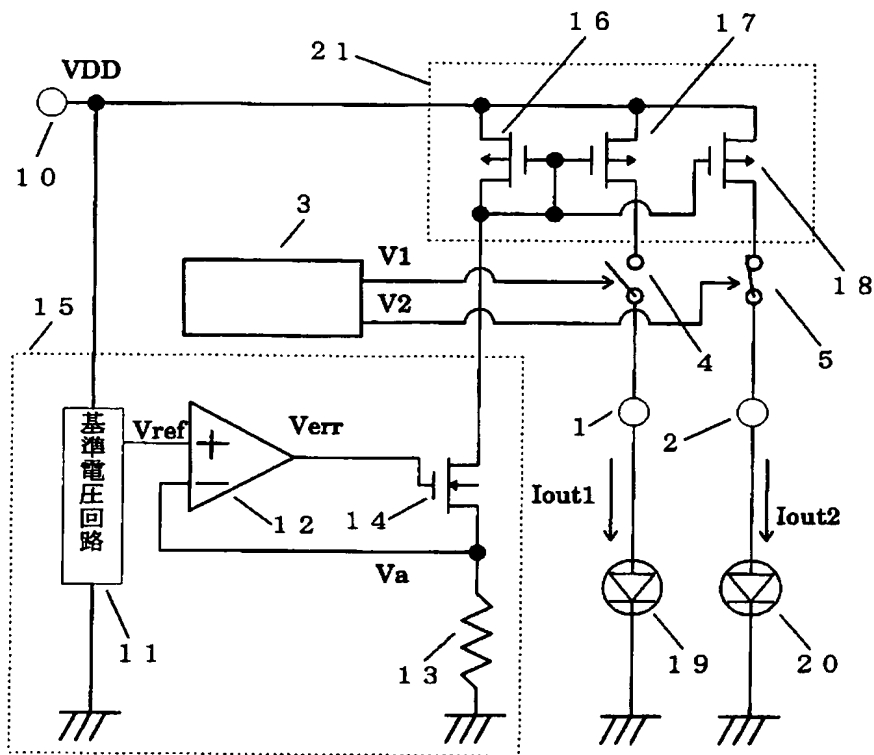
従来のLED駆動回路の説明図である。

【符号の説明】

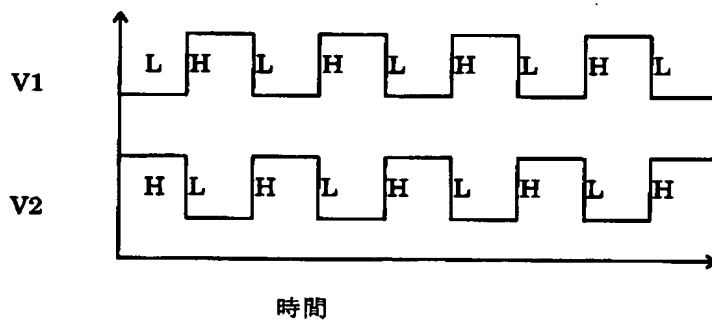
- 3、6 スイッチ制御回路
- 4、5 スイッチ
- 7 制御端子
- 15 定電流発生回路
- 19、20 LED
- 21 カレントミラー回路

【書類名】 図面

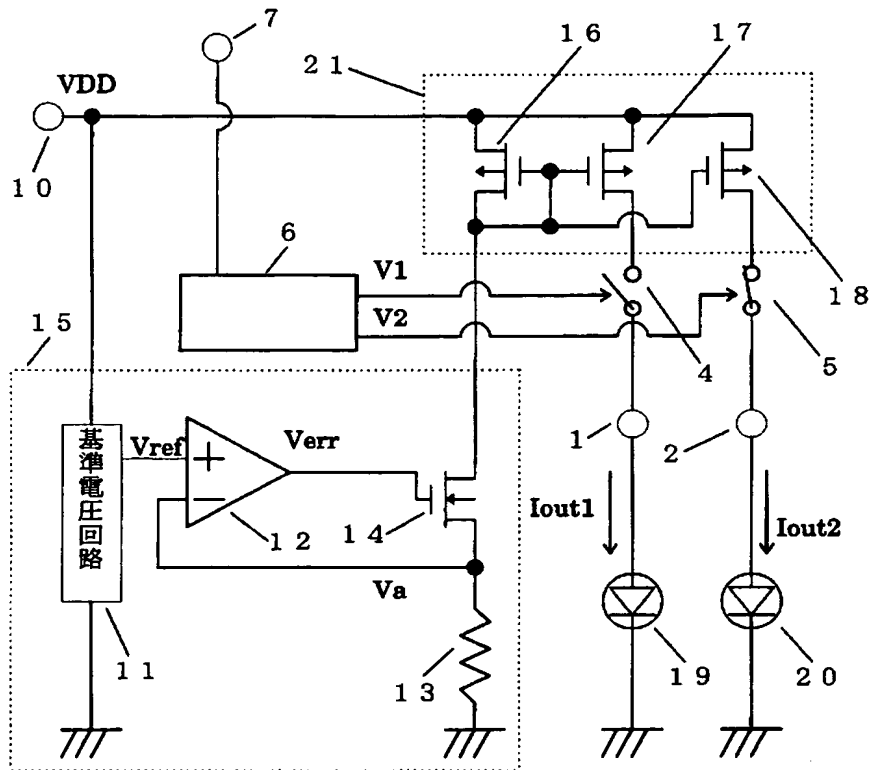
【図 1】



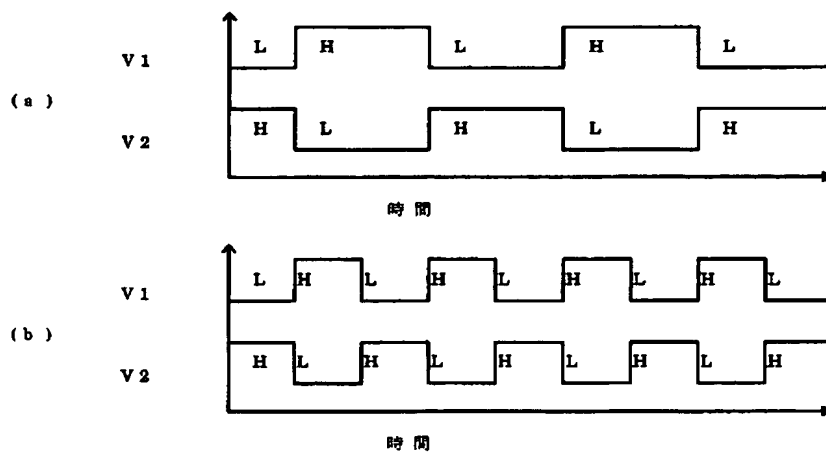
【図 2】



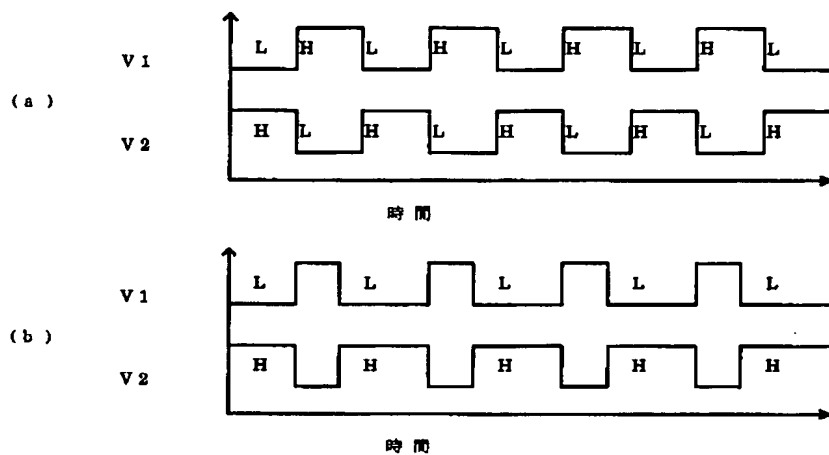
【図 3】



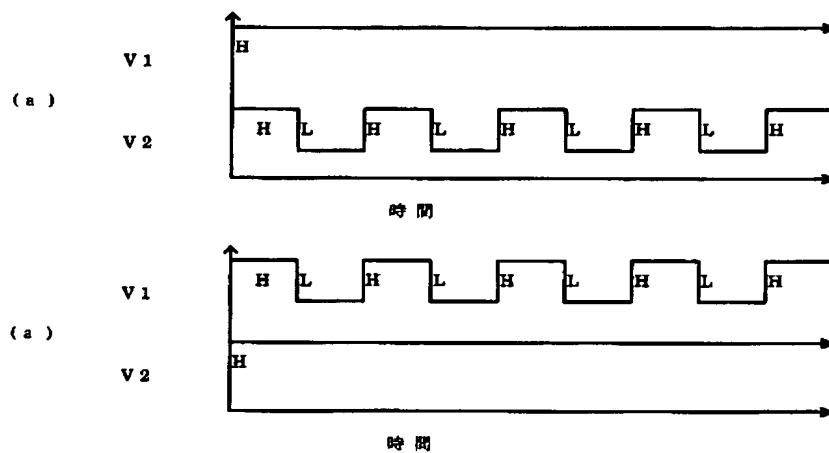
【図 4】



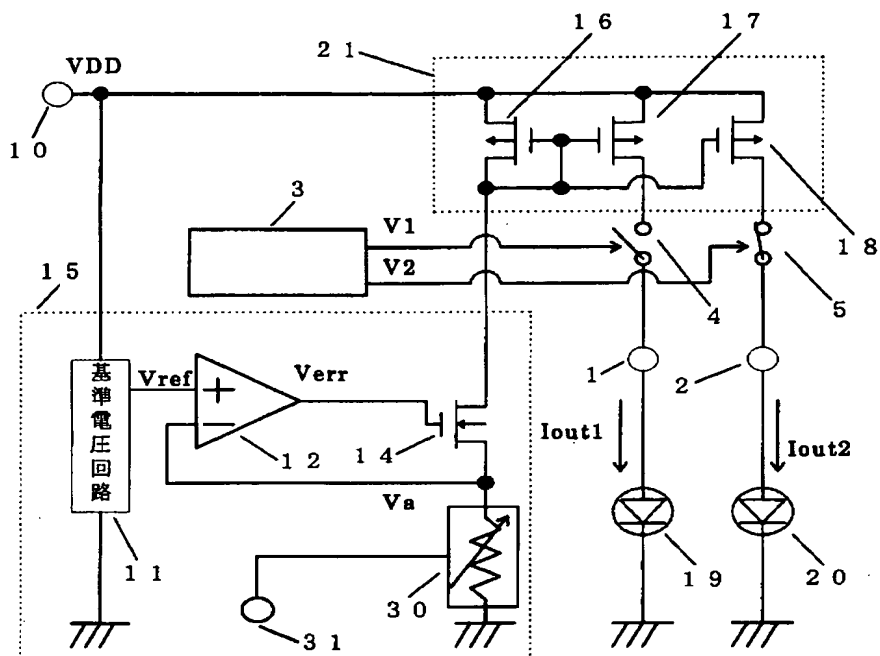
【図 5】



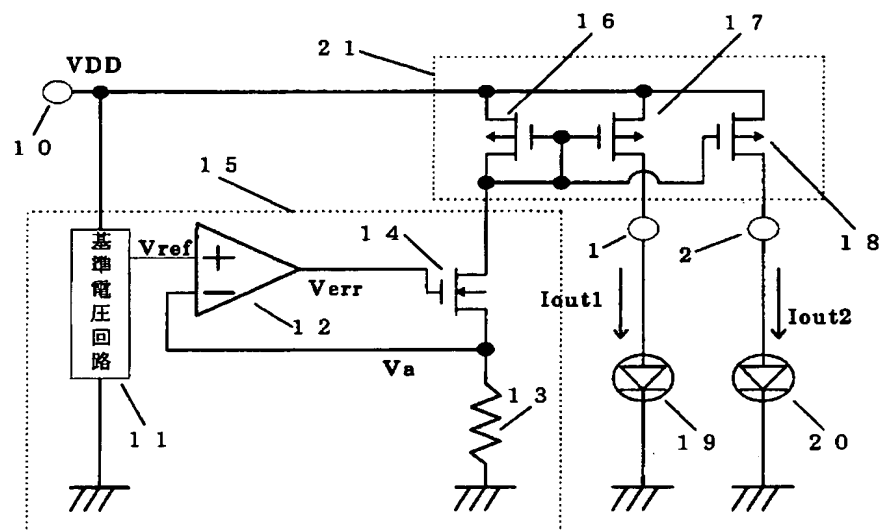
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 LED駆動回路の消費電力を抑える事。

【解決手段】 LEDを一定間隔で点滅させる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 1 - 0 3 2 2 6 1

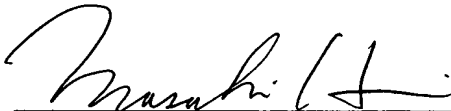
出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 3 2 5]

1. 変更年月日 1 9 9 7 年 7 月 2 3 日
[変更理由] 名称変更
住 所 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地
氏 名 セイコーインスツルメンツ株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 4 年 9 月 1 0 日
[変更理由] 名称変更
住 所 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地
氏 名 セイコーインスツル株式会社

CERTIFICATE

I, Masaki Hori, residing at c/o Seiko Instruments Inc. 8, Nakase 1-chome, Mihama-ku, Chiba-shi, Chiba, hereby certify that I am the translator of the attached documents, namely a English translation of U.S. patent application based on Japanese Patent Application No. 2001-032261 and certify that the following is a true translation to the best of my knowledge and belief.



Signature of translator

November 26, 2004

date

[Document Name] Specification

[Title of the Invention] LED drive circuit

[Scope of Claims]

[Claim 1] An LED drive circuit, which has a function of driving at least two LEDs (Light Emitting Diodes) with a constant current and is provided in an integrated form, characterized by comprising: means for periodically turning on/off at least any one of the LEDs at predetermined time intervals.

[Claim 2] The LED drive circuit according to claim 1, wherein a frequency of turning on/off the LED in a cycle is 5 Hz or higher.

[Claim 3] The LED drive circuit according to claim 1, wherein a value of the constant current with which the LEDs are driven is 5 mA to 30 mA.

[Claim 4] The LED drive circuit according to claim 1, wherein an LED turn-on/off cycle or time can be controlled by means of an external signal.

[Claim 5] The LED drive circuit according to claim 1, wherein the LED to be turned on/off can be selected by means of an external signal.

[Claim 6] The LED drive circuit according to claim 1, wherein a value of the constant current with which the LEDs are driven can be selected by means of an external signal.

[Claim 7] The LED drive circuit according to claim 1, wherein a value of the constant current with which the LEDs are driven can

be adjusted according to temperature.

[Detailed Description of the Invention]

[Technical Field to which the Invention belongs]

The present invention relates to an LED drive circuit that periodically turns on/off an LED to thereby reduce power consumed by the LED.

[Prior Art]

Known as a conventional LED drive circuit is an LED circuit as shown in a circuit diagram of Fig. 8. That is, a power supply voltage VDD [V] is applied to a power supply terminal 10, and a constant current generator circuit 15 operates in such a manner that a differential voltage corresponding to a voltage difference between an output voltage Vref [V] of a reference voltage 11 and a voltage Va [V] across a resistor 13 is amplified by an error amplifier 12 to control a gate voltage Verr for a transistor 14 so that $V_{ref} - V_a = 0$.

Here, an LED 19 and an LED 20 are respectively connected to two terminals, output terminals 1 and 2.

If a resistance value of the resistor 13 is R13 [Ω], a current $I = V_a/R13$ [A] flows through the resistor R13. The same current as that flowing through the resistor R13 also flows through transistors 14 and 16. If all of transistors 16 to 17 are identical in characteristics, a current mirror circuit 21 causes the same current as that flowing through the transistor 16 to flow through each of the transistors 17 and 18, thereby turning on the LEDs 19

and 20.

That is, currents I_{out1} and I_{out2} flowing through the LEDs 19 and 20 are represented by the following equation (1):

[Equation 1]

$$I_{out1} = I_{out2} = V_a/R_{13} \text{ [A]} \dots (1)$$

Therefore, the currents caused to flow through the LEDs 19 and 20 can be set to a desired current value by adjusting the value of the resistor 13 or the output voltage value of the reference voltage 11.

If power consumed by the reference voltage circuit 11 and the error amplifier circuit 12 is negligibly small in comparison with power consumed by the LEDs, a power P_d consumed by the LED drive circuit shown in Fig. 8 is represented by the following equation (2):

[Equation 2]

$$P_d = V_{DD} \times V_a/R_{13} \times 3 \text{ [W]} \dots (2)$$

[Problems to be solved by the Invention]

To reduce power consumption in the conventional LED drive circuit, however, it is necessary to reduce a current value of the LED. In this case, there arises a problem in that luminance of the LED decreases.

The present invention has been made in order to solve the above-mentioned problem of the conventional technique, and has an object to reduce power consumption in an LED drive circuit while

maintaining visually observed luminance of LEDs at the same levels as conventional ones.

[Means for solving the Problem]

In order to solve the above-mentioned problem, according to the present invention, power consumption in an LED drive circuit is reduced by turning on LEDs in a time-division manner instead of continuously turning on the LEDs.

[Embodiment Mode of the Invention]

The present invention provides an LED drive circuit, including: a constant current circuit; a current mirror circuit connected to an output of the constant current circuit; a plurality of switches connected to an output of the current mirror circuit; LEDs each connected to the plurality of switches; and a control circuit for controlling the plurality of switches periodically and independently of each other.

The present invention employs an LED drive method of driving the plurality of LEDs with a constant current at regular cycles and independently of each other. According to this method, it is possible to reduce the power consumption in the LED drive circuit constituted of the plurality of LEDs.

[Embodiments]

(First Embodiment)

Hereinafter, embodiments of the present invention will be described with reference to the accompanying drawings. Fig. 1

shows an LED drive circuit according to a first embodiment of the present invention. A constant current generator circuit 15, a current mirror circuit 21, and LEDs 19 and 20 shown in Fig. 1 are the same as those in the conventional technique.

Switches 4 and 5 are respectively inserted between transistors 17 and 18 in the current mirror circuit and terminals 1 and 2 to which LEDs are connected. ON/OFF control is performed on the switches 4 and 5 by means of signal voltages V1 and V2 from a switch control circuit 3.

Fig. 2 shows an example of the signal voltages V1 and V2 from the switch control circuit 3. The abscissa represents time and the ordinate represents the voltages V1 and V2. In the example shown in Fig. 2, the voltages V1 and V2 change complementarily to each other. When V1 is high (hereinafter referred to as H), V2 is low (hereinafter referred to as L). If the switches 4 and 5 are turned ON when both V1 and V2 are H, the LEDs 19 and 20 are alternately and repeatedly turned on/off.

Here, if power consumed by the reference voltage circuit 11 and the error amplifier circuit 12 and power consumed by the switch control circuit 3 during this operation are negligibly small in comparison with power consumed by the LEDs, a power P_d consumed by the LED drive circuit shown in Fig. 1 is represented by the following equation (3):

[Equation 3]

$$P_d = V_{DD} \times V_a / R_{13} \times (1 + 2 \times (1/2)) [W] \dots (3)$$

The total time period during which a current is caused to flow through each LED is 1/2 of that in the conventional technique, so power consumption can be limited to 2/3 of that in the conventional technique (power consumption in an LED section alone is 1/2 of that in the conventional technique).

For example, in a case where LEDs are used as a backlight for a liquid crystal panel and turned on, the LEDs can be used while turned on in a time-division manner as in this embodiment instead of being continuously turned on in the conventional manner, thereby reducing power consumption and ensuring substantially the same display performance as the conventional technique, due to its persistence of vision.

The LED 19 and LED 20 are alternately turned on/off in Fig. 2, but it is possible to set a period during which both the LED 19 and LED 20 are turned on or a period during which both the LED 19 and LED 20 are turned off. If a period during which the LED 19 or 20 is turned off is set, power consumption can be reduced by a corresponding amount in comparison with the conventional one.

As regards a cycle in turning on LEDs in a time-division manner, when the LEDs are turned on as a backlight for a liquid crystal panel, it is necessary to turn on the LEDs in the time-division manner at such a frequency that causes no perceptible flicker. To that end, it is necessary to turn on each LED in a time-division

manner at the frequency of 5Hz or higher. The upper limit thereof may be around 5 MHz.

Further, a white-light LED may be used as a backlight for a liquid crystal panel. It is necessary to cause a current of 5 mA to 30 mA to flow through the LED in light of enhancing a light emission efficiency of the LED. If the LEDs are turned on in the time-division manner, it is possible to instantaneously supply a current in an amount larger than the rated current used in ordinary continuous energization. Thus, the luminance can be improved as well.

(Second Embodiment)

Fig. 3 shows an LED drive circuit according to a second embodiment of the present invention. The constant current generator circuit 15, the current mirror circuit 21, and the LEDs 19 and 20 are the same as those of the conventional technique. The switches 4 and 5 are respectively inserted between the transistors 17 and 18 in the current mirror circuit and the terminals 1 and 2 to which the LEDs are connected. ON/OFF control is performed on the switches 4 and 5 by means of the signal voltages V1 and V2 from the switch control circuit 6. A control terminal 7 to which a signal is externally supplied is connected to the switch control circuit 6. A signal V7 from the control terminal 7 is adapted to control the cycle at which V1 and V2 change or turn-on time.

Fig. 4 shows an example of how to change the cycle. Fig. 4(a)

shows a case where the voltage V7 on the control terminal 7 is low, and Fig. 4(b) shows a case where the voltage V7 on the control terminal 7 is high. The frequency of an internal oscillation circuit of the switch control circuit 6 is changed based on the voltage V7 on the control terminal 7. When the voltage V7 on the control terminal 7 is low, the frequency of the internal oscillation circuit of the switch control circuit 6 is lowered, and the LED turn-on/off cycle is made longer. Conversely, the high voltage V7 on the control terminal 7 makes the LED turn-on/off cycle shorter.

In the second embodiment, the cycle at which the LEDs are turned on/off can be adjusted according to the size and characteristics of a liquid crystal panel.

Fig. 5 shows an example of how to control the LED turn-on/off time on the basis of the signal supplied to the control terminal 7 in Fig. 3. Fig. 5(a) shows a case where the voltage V7 on the control terminal 7 is low, and Fig. 5(b) shows a case where the voltage V7 on the control terminal 7 is high. The time of a monostable multi-vibrator in the switch control circuit 6 is controlled in such a manner that, when the voltage V7 on the control terminal 7 is low, a ratio between the turn-on time of the LED 19 and the turn-on time of the LED 20 is an even ratio, 50% : 50%, while, when the voltage V7 on the control terminal 7 is high, the turn-on time of the LED 19 is reduced and the turn-on time of the LED 20 is increased.

In the second embodiment, the turn-on/off time ratio of the LEDs can be adjusted according to the size or characteristics of a liquid crystal panel.

Further, Fig. 6 shows an example of how to select an LED as a target for turn-on/off control by means of the signal from the control terminal 7 in Fig. 3. Fig. 6(a) shows a case where the voltage V7 on the control terminal 7 is low, and Fig. 6(b) shows a case where the voltage V7 on the control terminal 7 is high. When the voltage V7 on the control terminal 7 is low, the LED 19 is continuously turned on, and turn-on/off control is performed on the LED 20. On the other hand, when the voltage V7 on the control terminal 7 is high, the LED 20 is continuously turned on, and turn-on/off control is performed on the LED 19.

In the second embodiment, controlling the method of turning on/off the LED makes it possible to drive the LED for a backlight under a requirement of low power consumption, in accordance with the temperature and display speed as well as the liquid crystal panel.

(Third Embodiment)

Fig. 7 shows an LED drive circuit according to a third embodiment of the present invention. The circuit shown in Fig. 7 differs from that shown in Fig. 1 in that a variable resistor 30 is used in place of the resistor 13 in the constant current generator circuit 15. The variable resistor 30 changes its value according

to a signal voltage from the external terminal 31. It is apparent from the equation (1) that the values of currents flowing through the LED 19 and LED 20 can be changed by changing the value of the variable resistor 30.

In Fig. 7, the value of the variable resistor 30 is changed according to an external signal, but it is apparent from the equation (1) that the values of currents flowing through the LED 19 and LED 20 can be also changed by changing the output voltage value V_{ref} [V] of the reference voltage circuit 11.

In addition, in Fig. 7, the value of the variable resistor 30 is controlled based on not a signal from the external terminal 31 but an output from a temperature sensor which is provided in an integrated form in the LED drive circuit, thereby enabling the value of current caused to flow through each LED to be adjusted according to a characteristic of a liquid crystal which varies with temperature.

While the embodiments in which the number of LEDs to be controlled is two have been described, it is apparent that the LED drive method may be used to control three or more LEDs in a similar manner and in a more complicated fashion. Also, the switches 4 and 5 may be replaced with transistors each of which can function as a switch with ease.

[Effect of the Invention]

The LED drive circuit of the present invention has an effect

of reducing power consumption at the time of driving LEDs by turning on the LEDs optimally in accordance with characteristics of a liquid crystal.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1] An explanatory diagram showing an LED drive circuit according to a first embodiment of the present invention.

[Fig. 2] An explanatory diagram showing switch drive voltages according to the first embodiment of the present invention.

[Fig. 3] An explanatory diagram showing an LED drive circuit according to a second embodiment of the present invention.

[Fig. 4] An explanatory diagram showing an example of switch drive voltages according to the second embodiment of the present invention.

[Fig. 5] An explanatory diagram showing an example of switch drive voltages according to the second embodiment of the present invention.

[Fig. 6] An explanatory diagram showing an example of switch drive voltages according to the second embodiment of the present invention.

[Fig. 7] An explanatory diagram showing an LED drive circuit according to a third embodiment of the present invention.

[Fig. 8] An explanatory diagram showing a conventional LED drive circuit.

[Description of Reference Numerals]

3, 6 switch control circuit
4, 5 switch
7 control terminal
15 constant current generator circuit
19, 20 LED
21 current mirror circuit

[Document Name] Abstract

[Summary]

[Object] To reduce power consumption in an LED drive circuit.

[Solving Means] An LED is turned on/off at regular time intervals.

[Selected Drawing] Fig. 1

FIG. 1

11 REFERENCE VOLTAGE CIRCUIT

FIG. 2

TIME

FIG. 3

11 REFERENCE VOLTAGE CIRCUIT

FIG. 4

TIME

FIG. 5

TIME

FIG. 6

TIME

FIG. 7

11 REFERENCE VOLTAGE CIRCUIT

FIG. 8

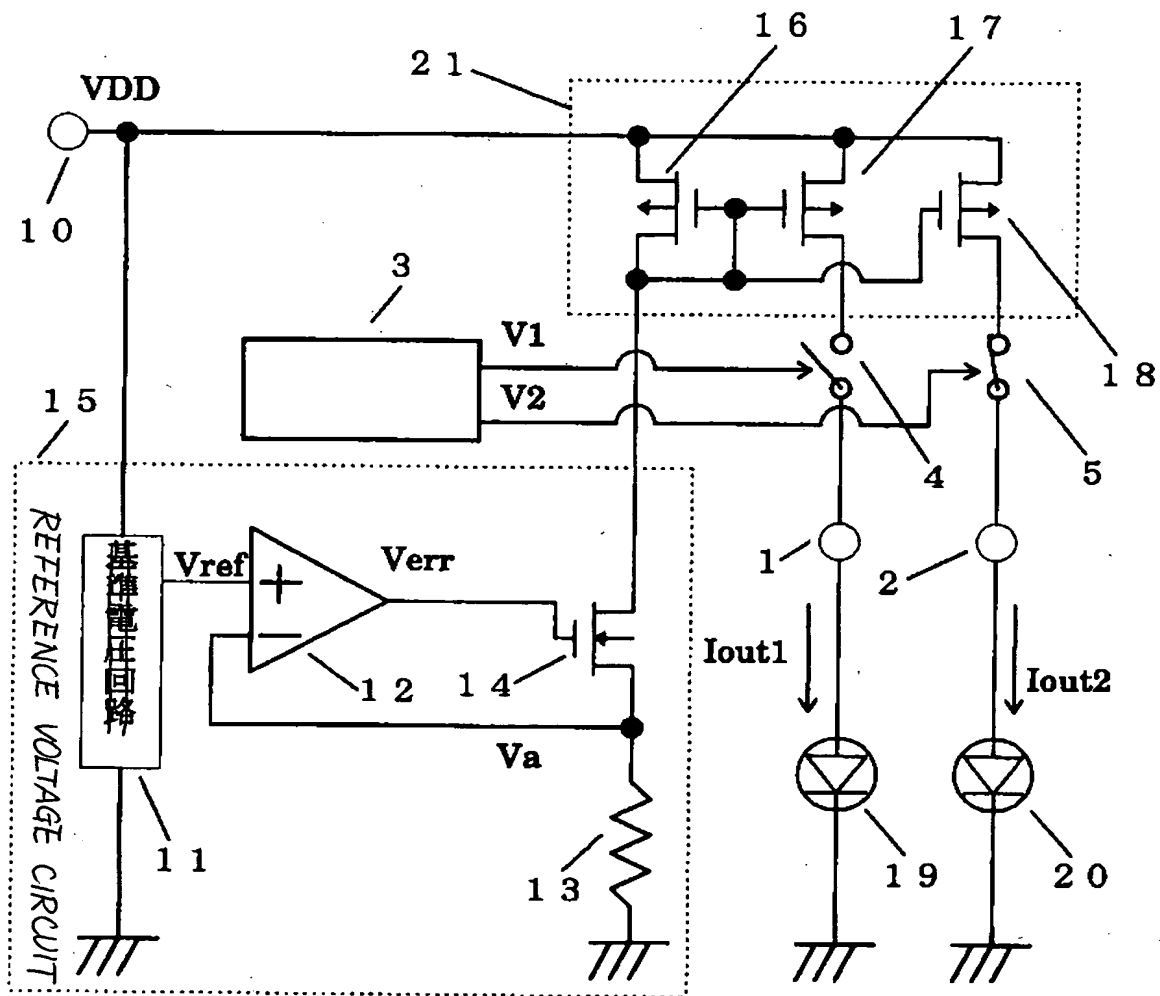
11 REFERENCE VOLTAGE CIRCUIT

【書類名】

図面

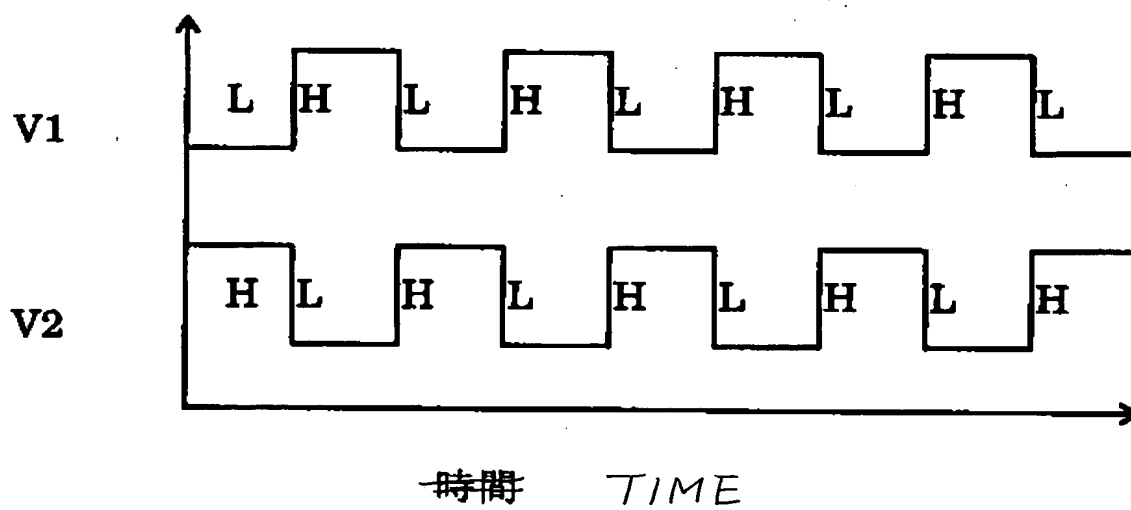
FIG. 1

【図1】



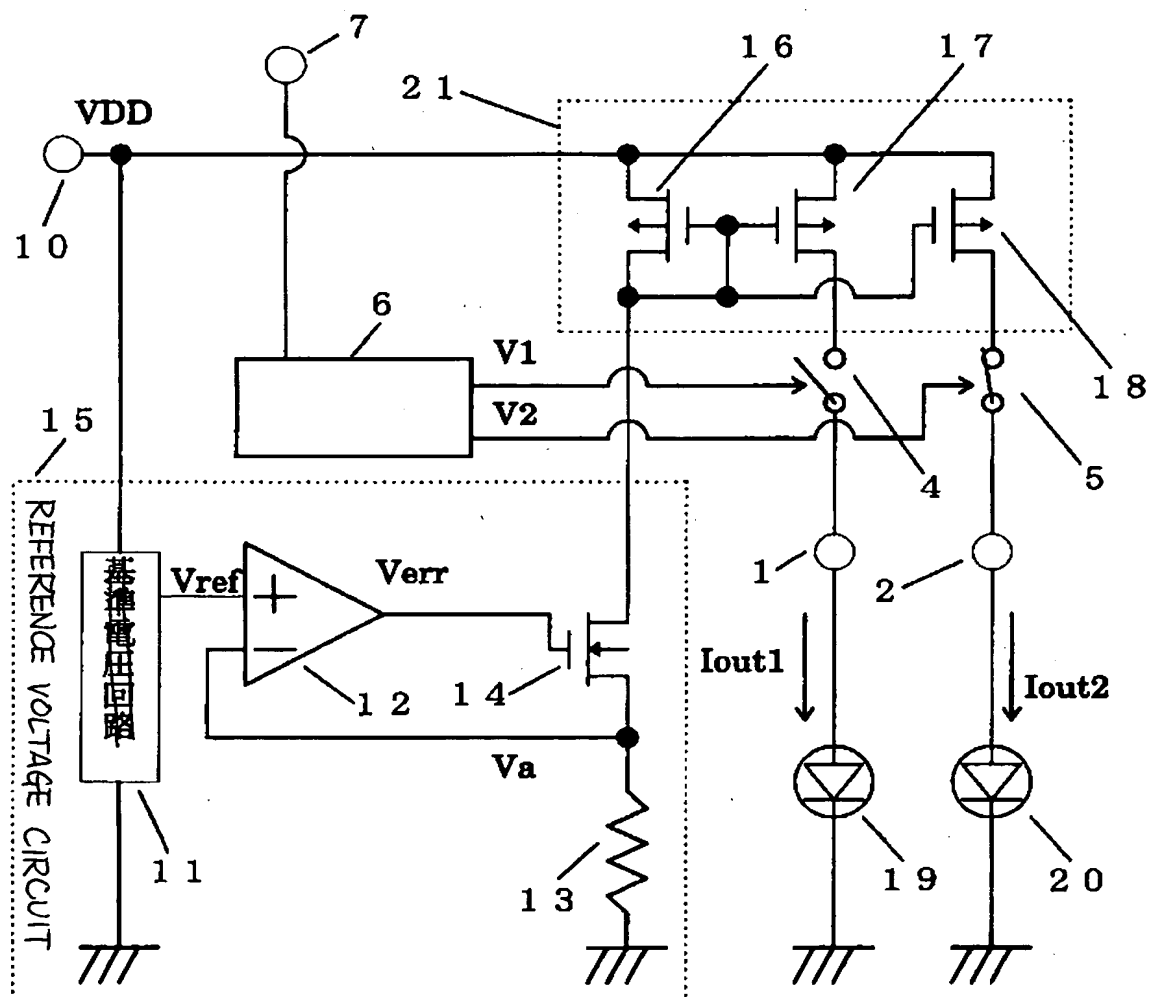
【図2】

FIG. 2



【図3】

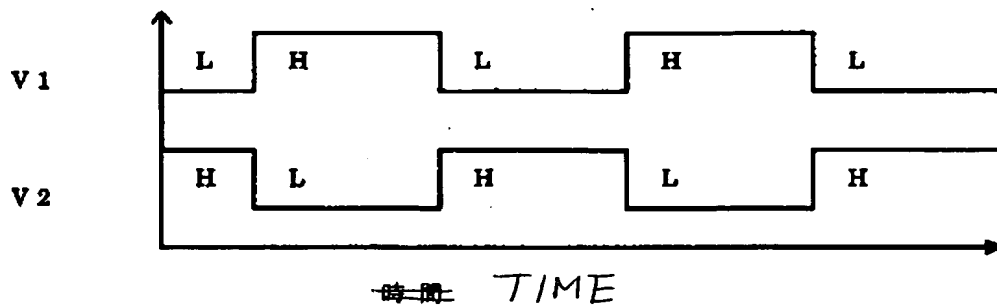
FIG. 3



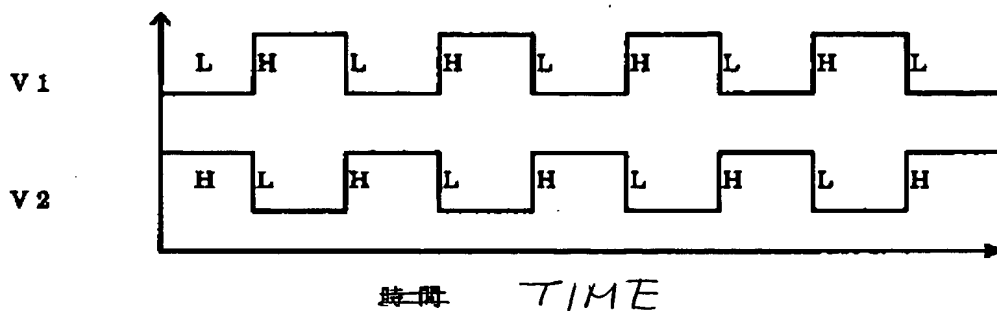
【図4】

FIG. 4

(a)



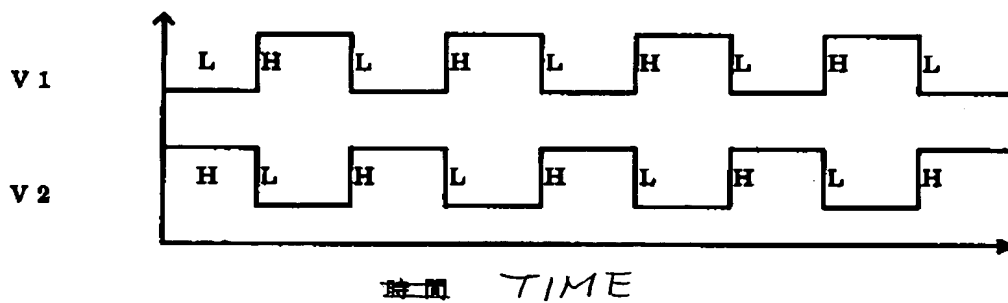
(b)



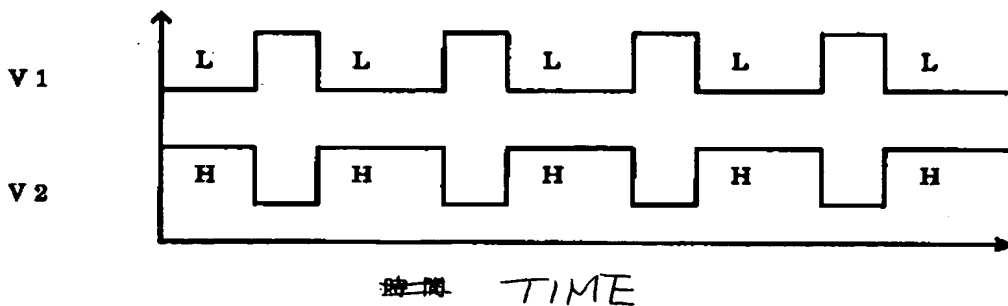
【図5】

FIG. 5

(a)



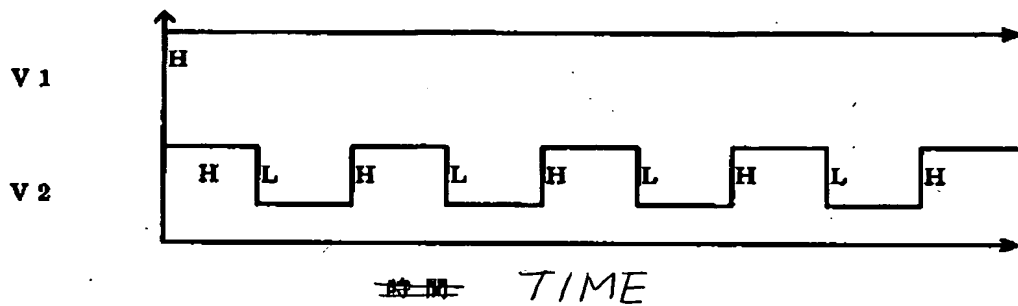
(b)



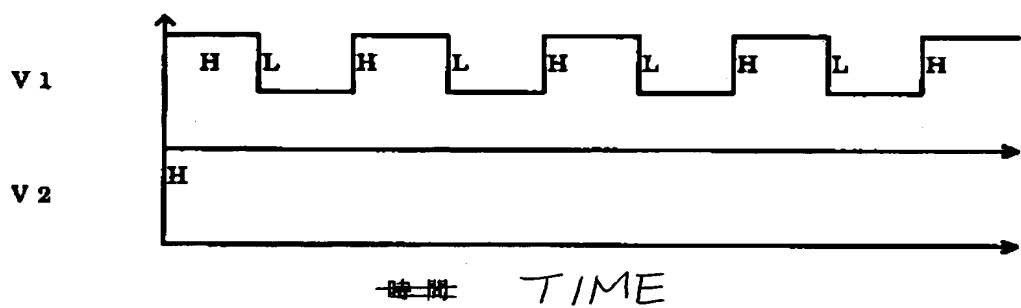
【図6】

FIG. 6

(a)

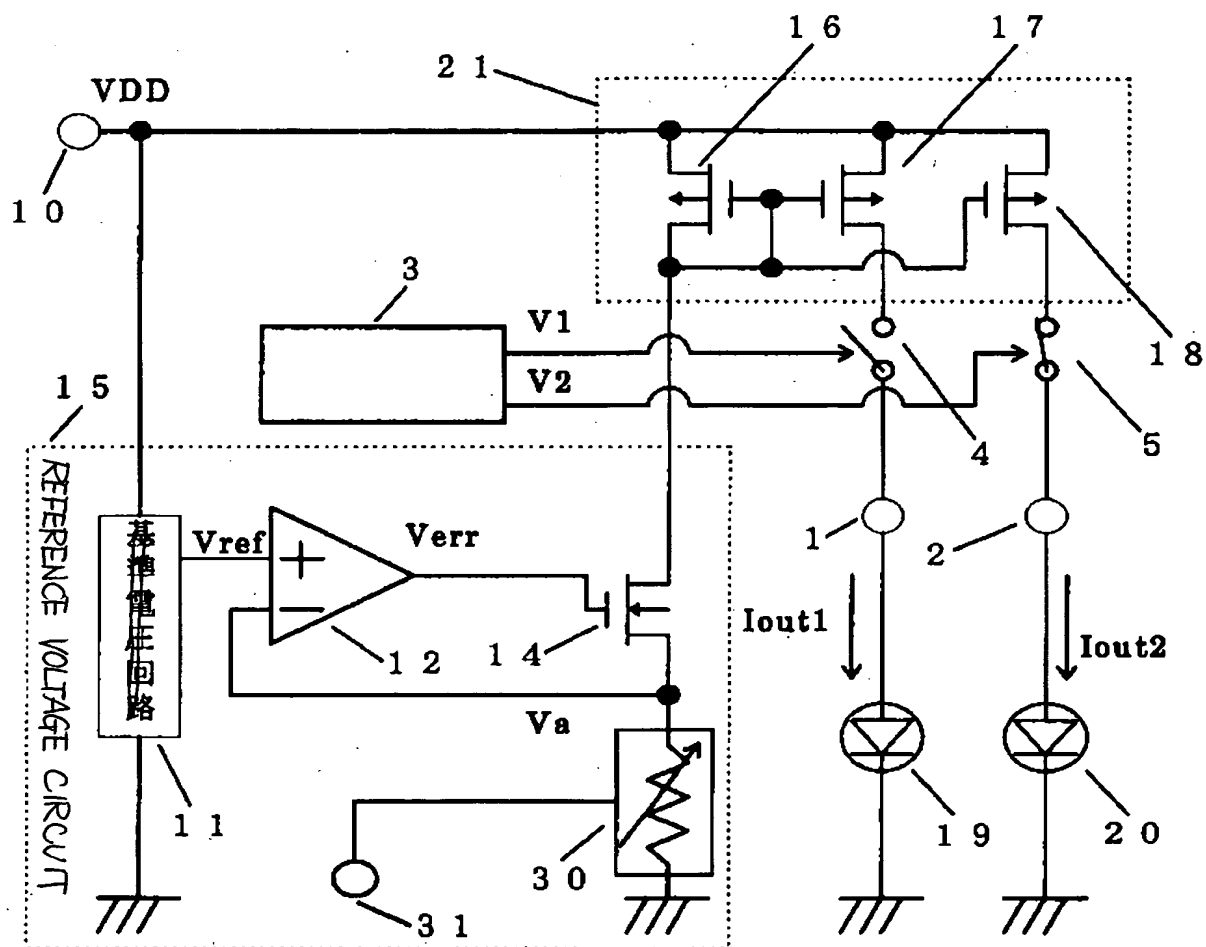


(a)



【图7】

FIG. 7



【図8】

FIG. 8, PRIOR ART

